МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ФУТЕРОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ ИЗ ОГНЕУПОРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

ВСН 429 - 81

ММСС СССР

Центральное бюро
научно - технической информации
Москва - 1982

gost.e-ecolog.ru

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения 3
2. Материалы для футеровок 4
3. Основные положения расчета элементов футеровок 10
4. Общие принципы конструирования 12
Футеровки с применением плитных изделий 16
Футеровки с применением войлока 23
Футеровки с монолитным слоем 27
5. Панельные конструкции печей 29
Приложения: I. Области применения огнеупорных волокнистых материалов 36
2. Перечень огнеупорных волокнистых материалов, выпуск которых намечен на ближайшие годы 38
3. Состав огнеупорной массы и технология заполнения углублений в плитах ШВП-350 39

Редактор Ю.Я.Борухсон
Технический редактор Г.С.Волкова
Корректор С.Б.Кочергин

Подписано в печать 13.09.82. Формат 60х84 1/16
бумага тип. № 1 Печать на ротапринте Усл.печ.л. 2,32
Уч.-изд.л. 2,2 Изд. № 617 Тираж 550 Зак. №404 Цена 33к

ООП ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР
117049, Москва, В-49, ул.Димитрова, 38а

Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра
монтажных и специальных
строительных работ СССР
Солоденников Л.Д.
12 ноября 1981 года

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ФУТЕРОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ ИЗ ОГНЕУПОРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

ВСН 429-81

ММСС СССР

Центральное бюро
научно-технической информации

Москва - 1982

УДК 66.043.I.001.8(083.96):691.15

Настоящая инструкция разработана ВНИПИ Теплопроект Минмонтажспецстроя СССР на основании экспериментальных исследований, опыта проектирования, строительства и эксплуатации тепловых агрегатов с футеровками из волокнистых огнеупорных материалов.

При составлении инструкции использованы данные и проектные материалы ВНИПИ Теплопроект, Стальпроекта, Гипромеза, конструкторских бюро ПО "Ижорский завод" и "Горьковский автомобильный завод", опыт строительства тепловых агрегатов с новыми конструкциями футеровок, накопленный трестом Союзтеплострой, результаты эксплуатации головных образцов печей, а также паровых и водогрейных котлов на Челябинском металлургическом заводе, Магнитогорском металлургическом комбинате, Московском металлургическом заводе "Серп и Молот", ПО "Ижорский завод" и "Горьковский автомобильный завод", Гурьевском нефтеперерабатывающем заводе и других предприятиях.

Инструкция разработана лабораторией крупноблочных жаростойких конструкций ВНИПИ Теплопроект под руководством канд. техн. наук И. И. Ш а х о в а. Ответственный исполнитель Ю.Г. К а л е н с к и й. В составлении инструкции принимали участие С.П. Б а т у р и н, А.Ф. Ш е с т а к о в, В.Г. К у т у з о в, Л.С. Ш е р с т о в а.

Инструкция согласована с Госстроем СССР.

Замечания по содержанию инструкции следует направлять по адресу: 143360, г. Апредевка Московской обл., ВНИПИ Теплопроект.

Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР (Минмонтажспецстрой СССР)	Ведомственные строительные нормы	ВСН 429 - 81
		ММСС СССР
	Инструкция по проектированию футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов	Вводится впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая инструкция предназначена для проектирования конструкций футеровок промышленных печей с использованием в качестве рабочего и изоляционного слоев футеровок изделий на основе огнеупорных волокнистых материалов. Области применения огнеупорных волокнистых материалов приведены в приложении I.

I.2. Изделия на основе огнеупорных волокнистых материалов следует применять после проведения технико-экономического анализа в тех случаях, когда достигается экономический эффект благодаря:

экономии топлива в период эксплуатации печей;

повышению производительности печей в результате сокращения цикла термообработки в печах периодического действия или увеличения рабочего пространства печи;

уменьшению трудозатрат при монтаже, а также сокращению сроков строительства и ремонта, в первую очередь, вследствие применения панельных конструкций футеровок максимальной заводской готовности.

I.3. Конструкции тепловых агрегатов с применением огнеупорных волокнистых материалов следует проектировать, как правило, сборными из крупноразмерных элементов и панелей с выполнением футеровки до монтажа печи. В отдельных случаях, в основном при производстве ремонтных работ, допускается применение конструкций, предусматривающих монтаж футеровки непосредственно в тепловом агрегате на готовом металлическом кожухе.

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом Теплопроект	Утверждены Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР 12 ноября 1981 г.	Срок введения с I июля 1982 г.

I.4. Газоплотность промышленных печей с футеровками из огнеупорных волокнистых материалов обеспечивают стальным листом панелей или кожухом печи. Конструкции стыков сборных панелей, оформление отверстий для термопар, гляделок и других технологических отверстий должны обеспечивать газоплотность печей (см.разделы 4,5).

I.5. Металлоконструкции панелей тепловых агрегатов с футеровкой из огнеупорных волокнистых материалов следует проектировать в соответствии со СНиП II-В.3 - 72 "Стальные конструкции. Нормы проектирования".

I.6. Приваривать металлические элементы креплений к кожуху печи следует, как правило, сварочными пистолетами. Металлические анкеры и детали креплений из жаростойкой стали приваривают к металлическому основанию в соответствии с ОСТ 26-01-10 - 70.

I.7. Сушку футеровок, выполненных из изделий на основе огнеупорных волокнистых материалов, не производят. Скорость разогрева этих футеровок не лимитируют. Сушку и разогрев футеровки тепловых агрегатов, в которых наряду с футеровкой из огнеупорных волокнистых материалов применена футеровка из штучных огнеупорных изделий или огнеупорных бетонов, производят согласно указаниям, регламентирующим скорости сушки и разогрева печей из этих материалов. Сушку промышленных печей с монолитными футеровками на основе огнеупорных волокнистых материалов (теплоизоляционные композиции) также не производят. Однако в процессе первого разогрева теплового агрегата следует устраивать площадки выдержки при температурах 150°С и 300°С на горячей поверхности футеровки (продолжительностью 4 - 8 каждая).

I.8. При применении футеровок на основе огнеупорных волокнистых материалов в тепловых агрегатах, работающих на сернистых мазутах, должны быть приняты специальные меры с целью защиты металлического кожуха и деталей креплений футеровки от коррозии.

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФУТЕРОВОК

2.I. Огнеупорные волокнистые материалы и изделия используют в качестве рабочего и теплоизоляционного слоев футеровок,

не воспринимающих внешних нагрузок. Виды огнеупорных волокнистых материалов и их основные свойства приведены в табл.I. Перечень огнеупорных волокнистых материалов, выпуск которых намечен на ближайшие годы, приведен в приложении 2.

2.2. Для изготовления металлоконструкций панелей футеровки следует применять сталь, соответствующую требованиям ГОСТ I9282 - 73 и ГОСТ I9903 - 74.

2.3. Для изготовления стальных анкеров и деталей креплений футеровок следует применять коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы, соответствующие требованиям ГОСТ 5632 - 72 и ГОСТ 20072 - 74.

Виды сталей для изготовления элементов креплений приведены в табл.2. При выборе марки стали для анкеров следует учитывать возможность свариваемости и изготовления, а также условия эксплуатации.

2.4. Керамические анкеры следует выполнять из высокоглиноземистого сырья на глиняной или иной связке с содержанием не менее 45% Al_2O_3 (в соответствии с ГОСТ 4385 - 68). Предел прочности при растяжении материала керамического анкера в условиях нормальной температуры должен быть не ниже 2,94 МПа (30 кгс/см^2).

2.5. Теплоизоляционные слои многослойных конструкций футеровок следует выполнять из огнеупорных волокнистых материалов и изделий, имеющих температуру применения не ниже максимальной температуры нагрева слоя и объемную массу, соответствующую минимальному расходу материала для обеспечения требуемого термического сопротивления при средней температуре нагрева слоя.

2.6. Составы теплоизоляционных композиций на основе огнеупорных волокнистых материалов и способы их укладки должны соответствовать инструкции ВСН 4I2 - 80 ММСС СССР.

2.7. При проведении теплотехнических расчетов удельную теплоемкость изделий на основе огнеупорных волокнистых материалов следует принимать равной I047 Дж/(кг·К), или 0,25 ккал/(кг·^{o}С).

Наименование и марка огнеупорного волокнистого материала или изделия	Максимальная температура применения, °С		Объемная масса, кг/м³	Размеры, мм	Теплопроводность при 200 °С
	рабочий слой	изоляционный слой			
Муллитокремнеземистая вата, МКРВ	-	II50	I00	-	0,08 (0,07)
Муллитокремнеземистый рулонный материал, МКРР-I30	-	II50	I30	(5000-I0000)x (600-I400)x (20,30,40)	0,I4 (0,I2)
Муллитокремнеземистые плиты на органической связке, МКРП-340	600	II50	340	(600,700)x (400,500)x (50,40,50,60)	0,I5 (0,I3)
Муллитокремнеземистый войлок, МКРВ-200	850	II50	200	(5000-I0000)x (600-I400)x (20,30,40)	0,09 (0,08)
Плиты на основе муллитокремнеземистой ваты и глиняной связки, ШВП-350	I200	I200	350	(490 x 490 x (I00,I20)	0,I5 (0,I3)
Теплоизоляционные композиции	850	-	400	-	0,I7 (0,I5)
	I000	-	600	-	0,2I (0,I8)
Шнуры теплоизоляционные из муллитокремнеземистой ваты	-	II50	200	Длина более I0000 мм, диаметр 30,40, 50,60,70,80,90	0,07 (0,07)
Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем	-	500	I00 I25	I000x500x (40,50,60)	0,086 (0,074) 0,088 (0,076)
Плиты теплоизоляционные повышенной жесткости из минеральной ваты на синтетическом связующем	-	500	200	I000x500x (40,50,60)	0,I05 (0,09)

Таблица I

водность, Вт/(м·К) ккал/(м·ч·°С) средней температуре, °С					Нормативный материал	Завод-изготовитель
400	600	800	1000	1200		
0,12 (0,10)	0,17 (0,15)	0,29 (0,25)	0,47 (0,40)	0,79 (0,68)	ГОСТ 23619 - 79	Богдановичский огнеупорный завод (Сухоложское производство), Северский доломитный завод
0,17 (0,15)	0,22 (0,19)	0,31 (0,27)	0,50 (0,43)	0,79 (0,68)	То же	То же
0,19 (0,16)	0,23 (0,20)	0,29 (0,25)	0,40 (0,34)	0,53 (0,46)	"	Богдановичский огнеупорный завод, Северский доломитный завод Первоуральский динасовый завод
0,12 (0,10)	0,14 (0,12)	0,20 (0,17)	0,33 (0,28)	0,58 (0,50)	"	Богдановичский огнеупорный завод (Сухоложское производство).
0,17 (0,15)	0,19 (0,16)	0,23 (0,20)	0,29 (0,25)	0,43 (0,37)	ТУ 36-2345 - 80	Апрелевский опытный завод теплоизоляционных изделий, ВНИПИ Теплопроект
0,20 (0,17)	0,24 (0,21)	0,30 (0,26)	0,41 (0,35)	-	ВСН 412 - 80 МЭСС СССР	
0,23 (0,20)	0,29 (0,25)	0,36 (0,31)	0,44 (0,38)	-	То же	-
0,12 (0,12)	0,19 (0,19)	0,26 (0,26)	0,44 (0,38)	0,58 (0,50)	ТУ 36-1695 - 79	Беличское НПО "Теплозвукоизоляция"
0,109 (0,094)	0,186 (0,160)	-	-	-	ГОСТ 9573 - 72	ПО "Мосасбототермостекло", Бильнюсское ПО силикатных изделий
0,112 (0,096)	0,165 (0,165)	-	-	-		
0,140 (0,120)	0,174 (0,150)	-	-	-	ГОСТ 22950 - 78	Коммунарский завод строительных конструкций

Таблица 2

Марка стали	Температура начала интенсивного окалинообразования, °С	Теплотехнические свойства		Максимальная температура применения, °С
		обработка резанием	свариваемость	
I5 X5	650	++	+	600
I5 X5M	650	+	+	600
I2 XI3	700	+	+	650
I2XI7; 08XI7T	900	+	+	800
I5X25T	I050	+	+	900
I5X28	II00-II50	+	+	I00
I2XI8H9; I2XI8H9T	850	+	++	800
20X23HI3	I050	+	++	I000
08X20HI4C2	I050	+	++	I000
20X20HI4C2	I050	+	++	I000
20X23HI8	I050	+	+	I000
20X25H20C2	II00	+	+	I050
Сплав X20H80	II50	+	+	II00

Обозначения: + удовлетворительная; ++ - хорошая.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ ФУТЕРОВОК

3.1. Теплотехнический расчет является основным для футеровок тепловых агрегатов из огнеупорных волокнистых материалов. По его результатам подбирают толщину отдельных слоев и всего ограждения.

Толщину футеровки следует назначать такой, чтобы затраты на ее возведение и эксплуатационные затраты были минимальными:

$$З + Э \cdot Т = min,$$

где З - приведенные затраты на возведение футеровки, руб./м^2;

Э - годовые эксплуатационные затраты - стоимость теряемого через футеровку тепла, руб./(м^2·год);

Т - нормативный период окупаемости, принимаемый равным стойкости футеровки, но не более 6,6 лет.

3.2. Наибольшие температуры нагрева слоев футеровки и деталей креплений следует определять на основании теплотехнического расчета температур для установившегося теплового потока при заданной проектом температуре рабочего пространства.

Температуры в сечениях элементов футеровок следует рассчитывать как для многослойной плоской стенки. Удельный тепловой поток через футеровку следует определять по формуле:

$$q = \frac{t_в - t_н}{\sum R_i + 1/\alpha_н},$$

где q - удельный тепловой поток, Вт/м^2;

$t_в$ - температура внутренней (горячей) поверхности футеровки, К;

$t_н$ - температура наружного воздуха, К;

$\sum R_i$ - термическое сопротивление теплопередаче многослойной стенки, (м^2·К)/Вт;

$\alpha_н$ - коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности футеровки, Вт/(м^2·К);

K - количество слоев футеровки.

3.3. Термическое сопротивление слоя футеровки определяют по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i},$$

где δ_i - толщина слоя, м;

λ_i - теплопроводность (табл.1) при средней температуре слоя, Вт/(м·К).

3.4. Значение коэффициента $\alpha_н$ для тепловых агрегатов, расположенных в помещениях или на открытом воздухе, но защищенных от ветра, следует определять по формуле:

$$\alpha_н = 8{,}14+0{,}06\ (t_{ст} - 273),$$

где $t_{ст}$ - температура наружной поверхности ограждения, К.

Для тепловых агрегатов, расположенных на открытом воздухе и не защищенных от воздействия ветра, значение коэффициента $\alpha_н$ следует определять по формуле:

$$\alpha_н = 3{,}49+11{,}63\sqrt{v},$$

где v - среднегодовая скорость ветра, м/с, определяется по СНиП II-А.6 - 72.

3.5. Температуру $(K+1)$-го слоя футеровки следует определять по формуле:

$$t_{K+1} = t_в - q\sum_{1}^{K} R_i .$$

3.6. Вследствие наличия металлических и керамических анкеров тепловые потоки через футеровку следует увеличивать на 5%.

3.7. Сборные панели необходимо рассчитывать на нагрузку от собственной массы металлоконструкций и футеровки из волокнистых материалов в процессе изготовления, транспортирования и монтажа, принимая коэффициент динамичности равным 1.5. Жесткость металлоконструкций панели должна быть достаточной для того, чтобы обеспечить сохранность футеровки из волокнистых материалов.

3.8. Панельные конструкции печей, а также узлы сопряжения панелей должны быть проверены расчетом на усилия, возникающие при хлопке. Величину внутреннего давления при хлопке следует принимать равной 1,961 кПа (200 кгс/м^2). При наличии взрывных клапанов этот расчет не производят.

4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

4.1. Для изготовления футеровок из огнеупорных волокнистых материалов могут быть использованы изделия в виде формованных плит и войлока, а также теплоизоляционные композиции с наполнителем из огнеупорных волокнистых материалов. Не допускается применение изделий на основе огнеупорных волокнистых материалов в слое футеровки, который обращен в рабочее пространство печи и может подвергаться внешним механическим воздействиям.

4.2. Слой футеровки, обращенный в рабочее пространство, при скоростях движения газов внутри печного пространства менее 7 м/с и температуре до 850°С следует выполнять из войлока; при скоростях до 40 м/с - из формованных плит на глиняной связке (ШВП-350) или теплоизоляционных композиций с прочностью не менее I МПа (10 кгс/см^2). При скоростях движения газов внутри печного пространства более 40 м/с или наличии истирающего воздействия футеровка из волокнистых огнеупорных материалов должна быть защищена от эрозии слоем огнеупорного кирпича или огнеупорного бетона.

4.3. В ограждающих конструкциях из огнеупорных волокнистых материалов футеровка выполняет только теплозащитные функции. Толщину слоя футеровки панелей устанавливают на основании теплотехнического расчета. Конструктивные решения футеровок тепловых агрегатов с применением огнеупорных волокнистых материалов приведены на рис.I.

4.4. Конструкция и длина анкеров зависят от максимально допустимой температуры их нагрева, толщины футеровки, материала слоев и способов монтажа футеровки.

4.5. Элементы технологического оборудования, проходящие сквозь футеровку (штуцеры, патрубки и пр.), крепят к кожуху печи или металлоконструкции панелей. Во всех случаях должно быть предусмотрено обеспечение независимых деформаций футеровки и элементов технологического оборудования.

4.6. Конструкция футеровки в месте установки технологических термопар должна обеспечивать сохранность футеровки при их установке и замене и не ухудшать теплотехнических показателей футеровки. Узел футеровки в месте установки термопары приведен на рис.2.

4.7. Сопряжение футеровки из огнеупорных волокнистых материалов с шамотной кладкой следует выполнять таким образом, чтобы предохранить металлоконструкции панелей или кожух печи от перегревов. Узел сопряжения приведен на рис.3.

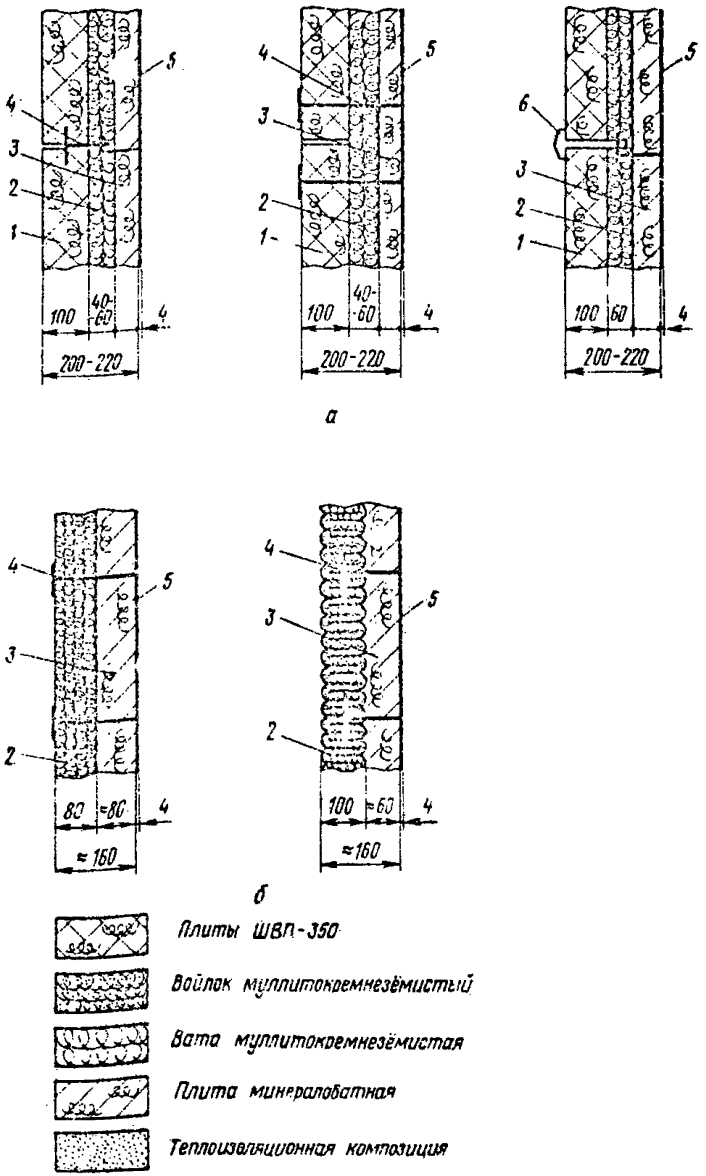

Рис.I. Конструкция футеровок тепловых агрегатов из огнеупорных волокнистых материалов с использованием в качестве рабочего слоя: а - плит ШВП-350; б - войлока; I - плита ШВП-350; 2 - войлок; 3 - минераловатная плита; 4 - металлический анкер; 5 - лист (кожух); 6 - керамический анкер

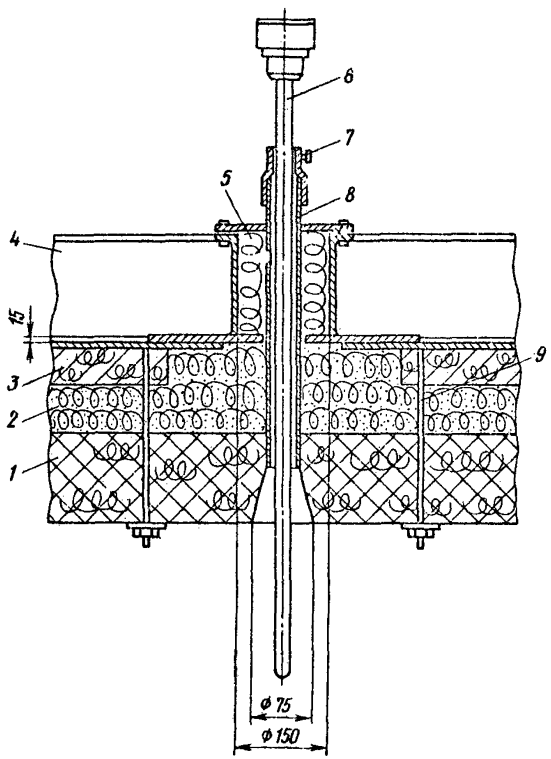

Рис.2. Конструкция узла футеровки из огнеупорных волокнистых материалов в месте установки термопары: I - плита ШВП-350; 2 - огнеупорный войлок; 3 - минераловатная плита; 4 - металлоконструкция панели; 5 - набивка муллитокремнеземистой ватой; 6 - термопара; 7 - крепежный болт; 8 - труба из жаростойкой стали; 9 - анкер

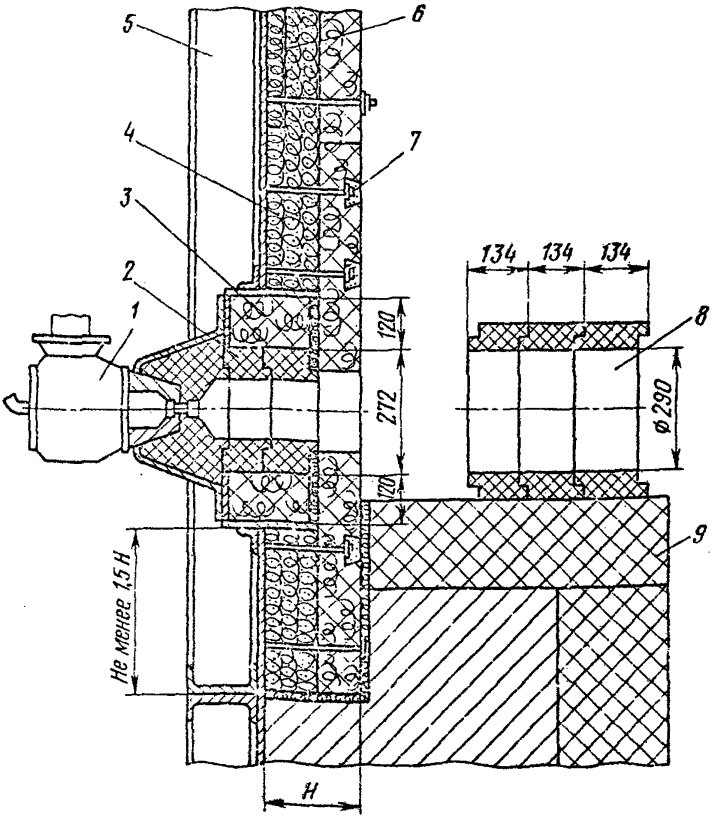

Рис. 3. Конструкция узла в месте установки горелки в футеровке термической печи из огнеупорных волокнистых материалов: 1 - газовая горелка (ГНП-3); 2 - горелочный камень; 3 - плита МВП-350; 4 - огнеупорный войлок; 5 - металлоконструкция панели; 6 - минераловатная плита; 7 - анкер в нише; 8 - инжекционный смеситель; 9 - шамотная кладка

Футеровки с применением плитных изделий

4.8. В многослойных футеровках с рабочим слоем из плит МВП-350 в качестве внутреннего, теплоизоляционного слоя, на-

гретого до температуры выше 600°С, следует применять муллитокремнеземистый войлок МКРВ-200. При монтаже футеровки и определении расхода материала необходимо учитывать коэффициент уплотнения войлока во внутреннем слое теплоизоляции, равный 1,5.

4.9. Для крепления футеровки стен к металлическому листу панелей или к кожуху печи при температурах до 1200°С следует применять керамические (рис.4) или скрытые металлические (рис.5)

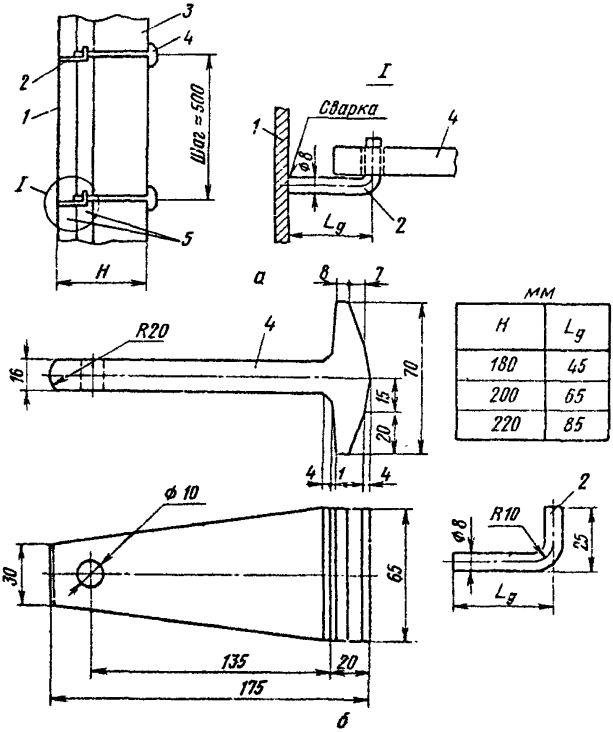

Рис.4. Конструкция анкерного крепления при помощи керамических анкеров с держателями для футеровок из плитных волокнистых материалов: а - схема анкерного крепления; б - элементы анкерного крепления; 1 - лист (кожух); 2 - держатель; 3 - плита ШВП-350; 4 - анкер; 5 - теплоизоляция

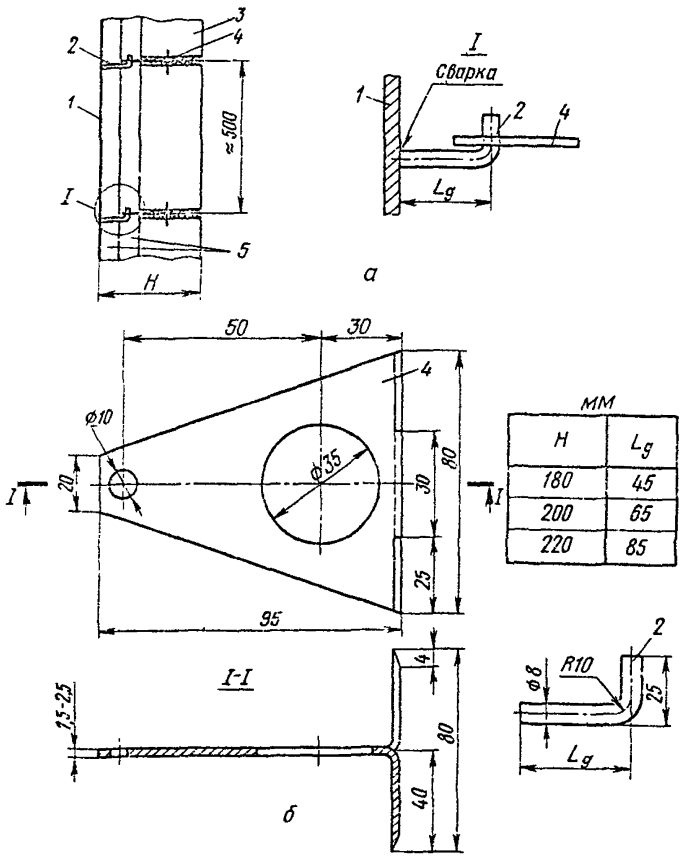

Рис.5. Конструкция анкерного крепления при помощи металлических анкеров скрытого типа: а - схема крепления; б - элементы крепления; I - лист (кожух); 2 - держатель; 3 - плита ШВП-350; 4 - анкер; 5 - теплоизоляция

анкеры. Скрытые металлические и керамические анкеры устанавливают в горизонтальных швах между плитами (по два анкера на плиту с каждой стороны). Швы необходимо заполнять огнеупорным войлоком.

4.10. В футеровках стен и сводов при температурах до 1000°С следует применять металлические анкеры в виде штырей (рис.6). Крепление футеровки выполняют при помощи шайб и гаек,

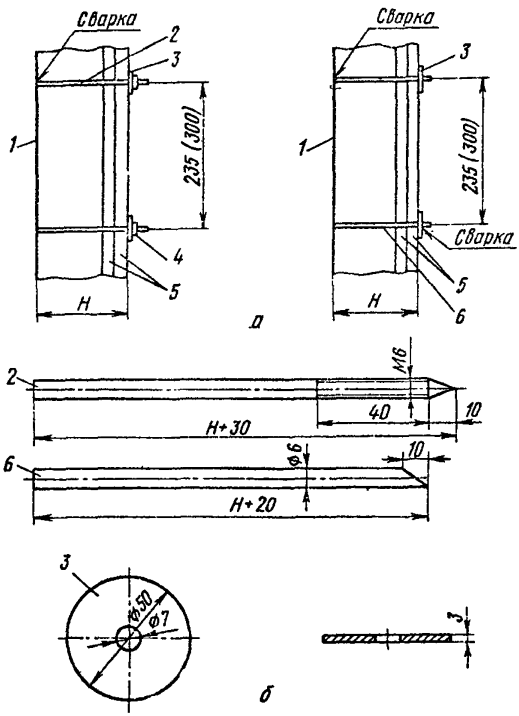

Рис.6. Конструкция анкерного крепления футеровки из плитных материалов и огнеупорного войлока: а - схема крепления; б - элементы анкерного крепления; 1 - лист (кожух); 2 - штырь с резьбой; 3 - шайба; 4 - гайка; 5 - плита или огнеупорный войлок; 6 - штырь без резьбы

навинчиваемых на штыри, снабженные резьбой, либо при помощи шайб, привариваемых к штырям. На каждую плиту устанавливают по четыре таких штыря (на расстоянии 100 мм от каждой из сторон

плиты). В этом случае плиты устанавливают вплотную друг к другу.

4.II. При проектировании футеровок (раскладке плит и назначении мест приварки анкеров) следует исходить из минимальных размеров сторон плит. Для плит ШВП-350 этот размер равняется 480 мм.

4.I2. В футеровках стен, высота которых превышает 4 м, а температура службы - 900°С (при применении скрытых анкеров), необходимо предусматривать устройство разгрузочного горизонтального пояса, воспринимающего нагрузку от массы вышележащих плит.

4.I3. В электропечах сопротивления с расположением электронагревателей на стенах и сводах необходимо применять плиты ШВП-350 толщиной I20 мм. Для крепления плит футеровки и электронагревателей следует использовать керамические или металлические анкеры, не выступающие на наружную поверхность футеровки. Высота стен электропечей сопротивления с расположением электронагревателей на стенах не должна превышать I,5 м.

4.I4. В футеровках стен электропечей следует применять металлические анкеры скрытого типа или в виде штырей, располагаемых в углублениях плит (рис.7, а). В футеровках сводов для крепления плит необходимо применять анкеры типа штырей, располагаемые в углублениях плит (рис.7, б). По окончании монтажа футеровки углубления заделываются огнеупорной массой на основе огнеупорных волокнистых материалов. Состав огнеупорной массы и технология заполнения углублений в плитах приведены в приложении 3.

4.I5. В качестве металлических держателей для крепления электронагревателей на стенах следует применять крюки из нихрома (см.рис.7). Крюки из нихрома загибают в плиты ШВП-350 на глубину I00 мм и располагают под углом 30°.

На сводах печей электронагреватели подвешивают за крюки из нихрома, которые крепят к плитам ШВП-350 (см.рис.7, б). Схемы расстановки нагревателей на стенах электропечей сопротивления приведены на рис.8.

4.I6. В электропечах сопротивления следует применять на-

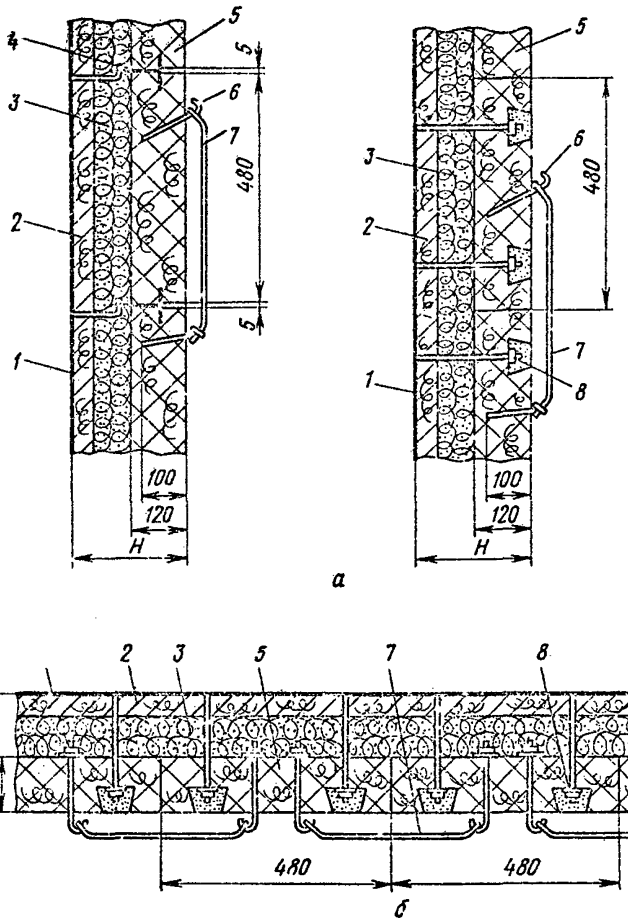

Рис.7. Конструкции футеровок электронагревателей сопротивления из огнеупорных волокнистых материалов: а - футеровка стен; б - футеровка сводов; I -основание панели; 2 - минераловатная плита; 3 - огнеупорный войлок; 4 - анкер скрытого типа; 5 - плита ШВП-350; 6 - крюк из нихрома; 7 - электронагреватель; 8 - штырь с шайбой и гайкой в нише плиты; 9 - подвеска из нихрома

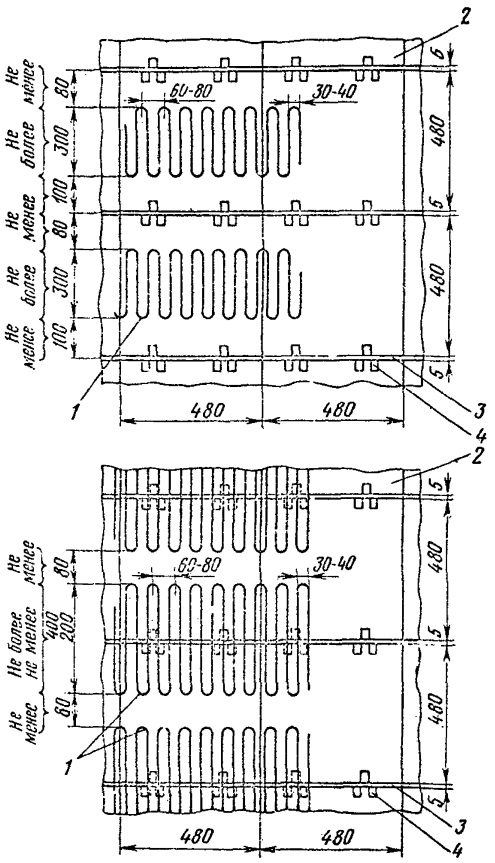

Рис.6. Схема расстановки электронагревателей на стенах электропечей сопротивления с футеровкой из огнеупорных волокнистых материалов: 1 - электронагреватели; 2 - плита ШВП-350; 3 - огнеупорный войлок; 4 - анкерное крепление

греватели только из проволоки круглого сечения. Применение электронагревателей из полосы не допускается.

Футеровки с применением войлока

4.17. При монтаже футеровок с рабочим слоем из муллито-кремнеземистого войлока МКРВ-200 и определении расхода войлока на футеровку необходимо учитывать коэффициент уплотнения войлока в рабочем слое футеровки, равный 1,2.

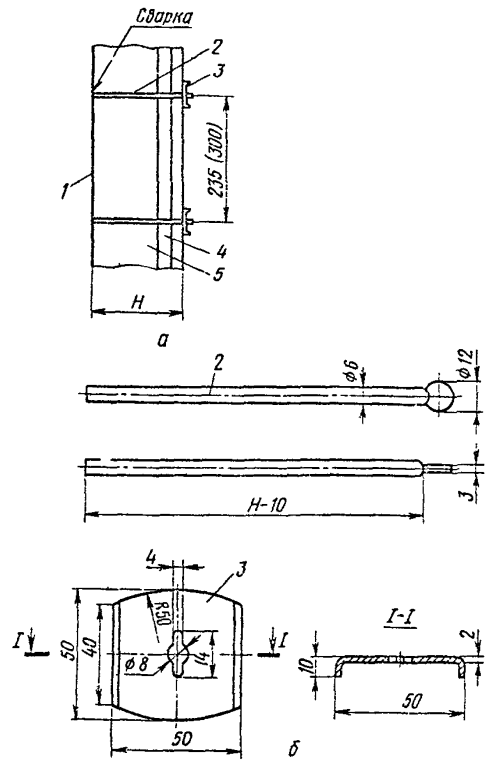

Рис.9. Конструкция анкерного крепления с поворотной шайбой для футеровок с применением огнеупорного войлока в наружном слое: а - схема крепления; б - элементы анкерного крепления; 1 - лист (кожух); 2 - штырь; 3 - поворотная шайба; 4 - огнеупорный войлок; 5 - теплоизоляция

4.I8. В футеровках стен следует применять металлические анкеры. Конструкции анкеров для крепления футеровки из огнеупорного войлока приведены на рис.6,9 и I0. При монтаже футеро-

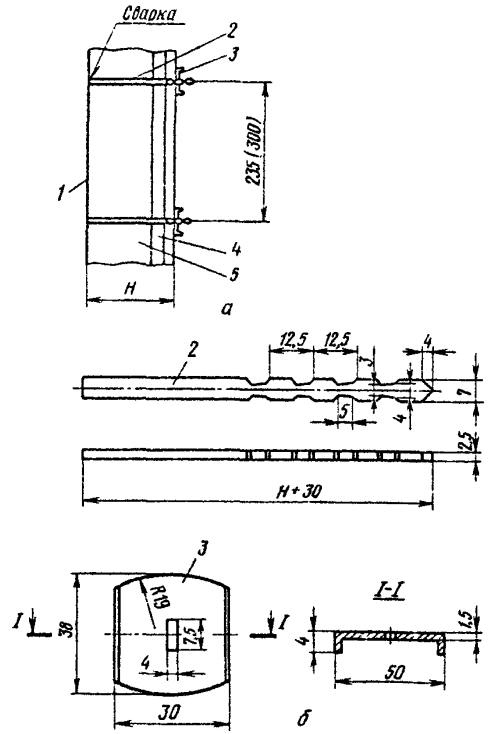

Рис.I0. Конструкция анкерного крепления с многопозиционной поворотной шайбой для футеровок из плитных материалов и огнеупорного войлока: а - схема крепления; б - элементы анкерного крепления; I - лист (кожух); 2 - штырь; 3 - поворотная шайба; 4 - огнеупорный войлок или плита; 5 - теплоизоляция

вок величину дополнительного уплотнения войлока шайбами в местах установки анкеров принимают равной 20 - 25 мм (для

толщин рабочего слоя до 50 мм) и 30 - 35 мм (для толщин рабочего слоя войлока от 50 до 100 мм).

Расстановку металлических анкеров и укладку слоев войлока производят согласно схемам, приведенным на рис.II.

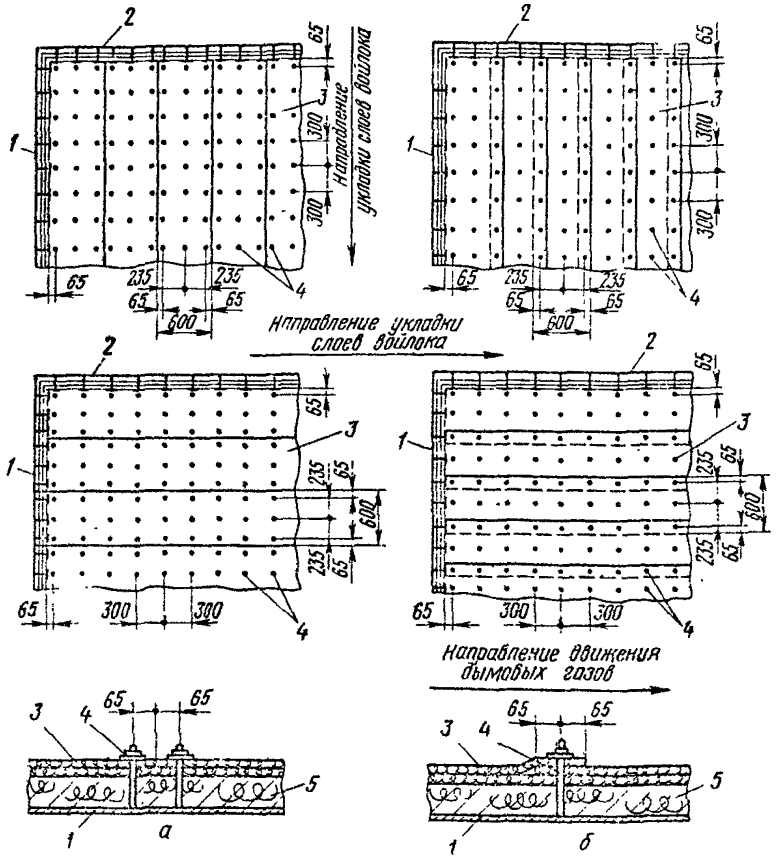

Рис.II. Схемы расстановки анкеров для футеровок из огнеупорного войлока: а - при укладке наружного слоя войлока встык; б - то же, внахлестку; 1 - лист металлоконструкции панели стены или кожух; 2 - лист металлоконструкции панелей свода или кожух; 3 - огнеупорный войлок; 4 - анкер; 5 - минераловатная плита

4.19. Швы по границам отдельных слоев рулонированного войлока не устраивают, а полосы рулона слоев укладывают с перевязкой швов.

4.20. В футеровках стен высотой менее 3 м при значительной протяженности теплового агрегата укладывают слои рулонированного войлока в горизонтальном направлении. При высоте стен 3 м и

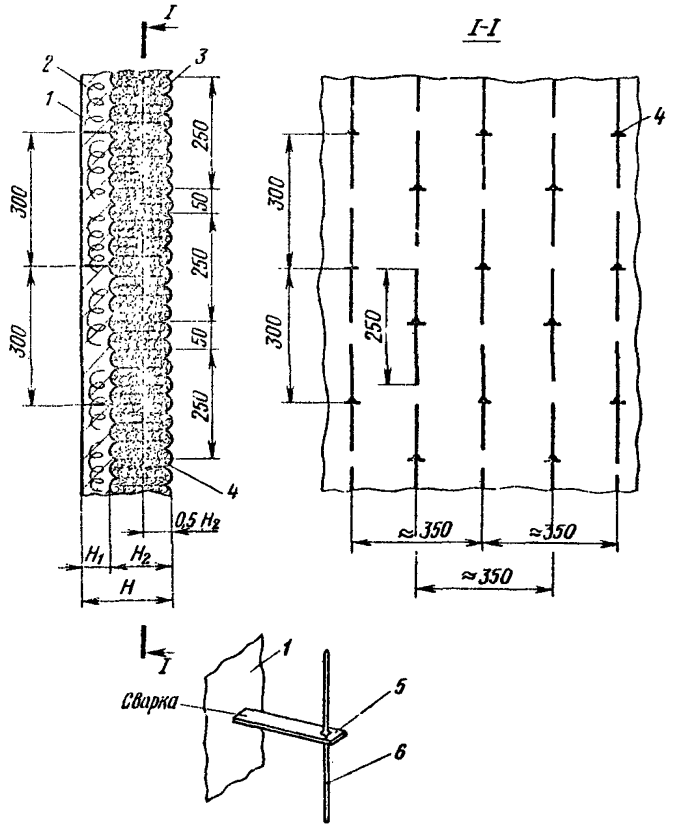

Рис.12. Конструкция футеровки с горизонтальным расположением слоев огнеупорного войлока; I - лист (кожух); 2 - минераловатная плита; 3 - огнеупорный войлок; 4 - металлический анкер скрытого типа; 5 - планка; 6 - штырь

более слои рулонированного войлока укладывают в вертикальном направлении.

4.21. При горизонтальном расположении слоев войлока следует использовать металлические анкеры скрытого типа. Конструкция футеровки с горизонтальным расположением слоев войлока приведена на рис.12. Коэффициент уплотнения муллитокремнеземистого войлока в футеровках с горизонтальным расположением слоев войлока следует принимать равным 2.

Футеровки с монолитным слоем

4.22. Футеровки с монолитным наружным слоем, образуемым методом торкретирования или укладкой теплоизоляционных композиций на основе огнеупорных волокнистых материалов, следует применять:

при футеровке участков сложной конфигурации и в местах сопряжения с трубами газоходов и др.;

при ремонтах отдельных участков футеровки.

4.23. В зависимости от температуры эксплуатации футеровки выполняют однослойными или многослойными с теплоизоляционными слоями. Во всех случаях толщину слоя необходимо назначать не менее 80 - 100 мм.

4.24. Конструкции стальных анкеров для крепления футеровок с монолитным наружным слоем, образуемым методом торкретирования или укладкой теплоизоляционных композиций на основе огнеупорных волокнистых материалов, приведены на рис.13 и 14.

4.25. Для равномерного распределения усадочных трещин по более нагретой поверхности панелей, наружный слой которых образуют методом торкретирования или выполняют монолитным из теплоизоляционных композиций на основе огнеупорных волокнистых материалов, следует предусматривать усадочные швы шириной 3 мм и глубиной, равной половине толщины наружного слоя. Расстояние между швами 750 мм.

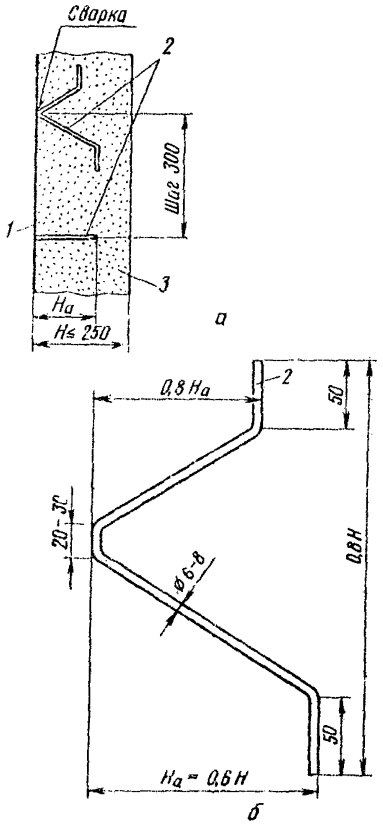

Рис. 13. Конструкция анкерного крепления однослойной монолитной футеровки: а - схема крепления; б - элемент крепления; 1 - кожух; 2 - анкер; 3 - монолитная огнеупорная масса или торкрет-масса

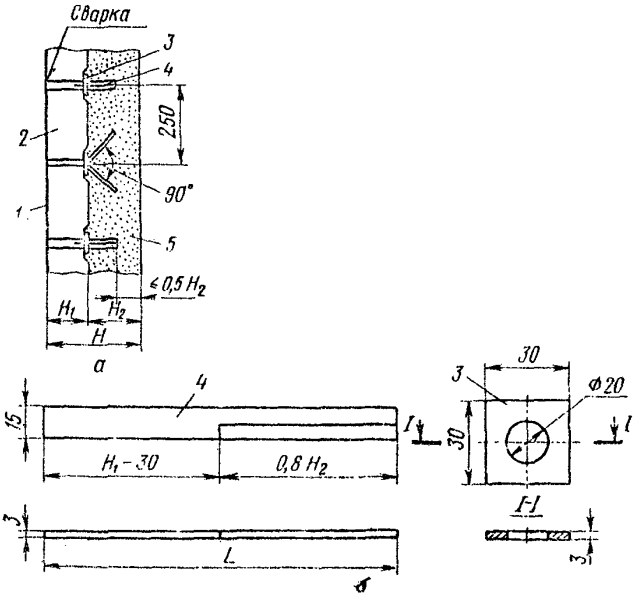

Рис.I4. Конструкция анкерного крепления многослойной футеровки с монолитным наружным слоем: а - схема крепления; б - элементы крепления; I - кожух (лист); 2 - теплоизоляция; 3 - шайба; 4 - анкер; 5 - монолитная огнеупорная масса или торкрет-масса

5. ПАНЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕЧЕЙ

5.I. При проектировании панелей футеровок из огнеупорных волокнистых материалов и изделий, обладающих малой объемной массой, следует максимально укрупнять их размеры. Перед монтажом на рабочей площадке следует производить укрупнительную сборку панелей в единый монтажный элемент.

5.2. При разработке конструкций печей из панелей конструктивные решения могут быть в виде:

каркасно-панельных конструкций (рис.I5, а);

панельных конструкций, образующих каркас печи (рис.I5, б).

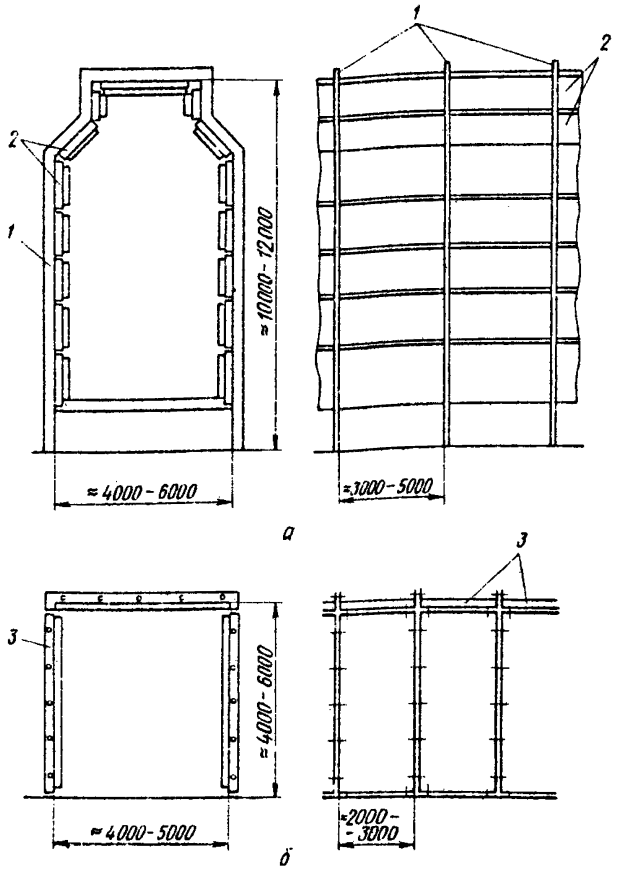

Рис. I5. Принципы конструирования панельных конструкций печей: а - с несущим каркасом и навесными панелями; б - с панелями, образующими несущий каркас; I - каркас печи; 2 - навесная панель; 3 - панель, образующая каркас

5.3. Каркасы в каркасно-панельных конструкциях воспринимают все статические и динамические нагрузки, в том числе и от собственной массы ограждающих панелей футеровки.

5.4. В панельных конструкциях печей все нагрузки воспринимают панели, образующие каркас печи. При проектировании панельных конструкций печей их общая устойчивость должна обеспечиваться соответствующим конструированием узлов и включением в работу дополнительных элементов печи (лестниц, площадок и т.п.).

5.5. Металлоконструкции сборных панелей должны иметь по периметру листа металлическую обвязку, обеспечивающую прочность и жесткость панелей при транспортировании и монтаже. Обвязку панелей необходимо использовать также в качестве элементов для стыковки панелей между собой или к элементам каркаса печи. Для этого в панелях следует предусматривать отверстия для их болтового крепления (рис. I6 а,б).

5.6. Монтажные петли панелей крепят или приваривают к металлической обвязке. Для удобства монтажа целесообразно петли выполнять съемными и располагать ближе к центру тяжести панели.

5.7. Очертания торцевых поверхностей панели должны обеспечивать простоту различных узлов сопряжений элементов футеровки и удобство выполнения швов. Примеры конструирования стыков приведены на рис.I6, в, I7 и I8.

5.8. При проектировании панелей футеровки из огнеупорных волокнистых материалов следует предусмотреть между ними уплотнительные прокладки и (при необходимости) устройство компенсаторов между элементами стыкуемых панелей для обеспечения газоплотности и свободы температурных деформаций кожуха футеровки.

5.9. Конструкции металлического несущего каркаса печей должны обеспечивать простоту и удобство монтажа и демонтажа крупноразмерных панелей.

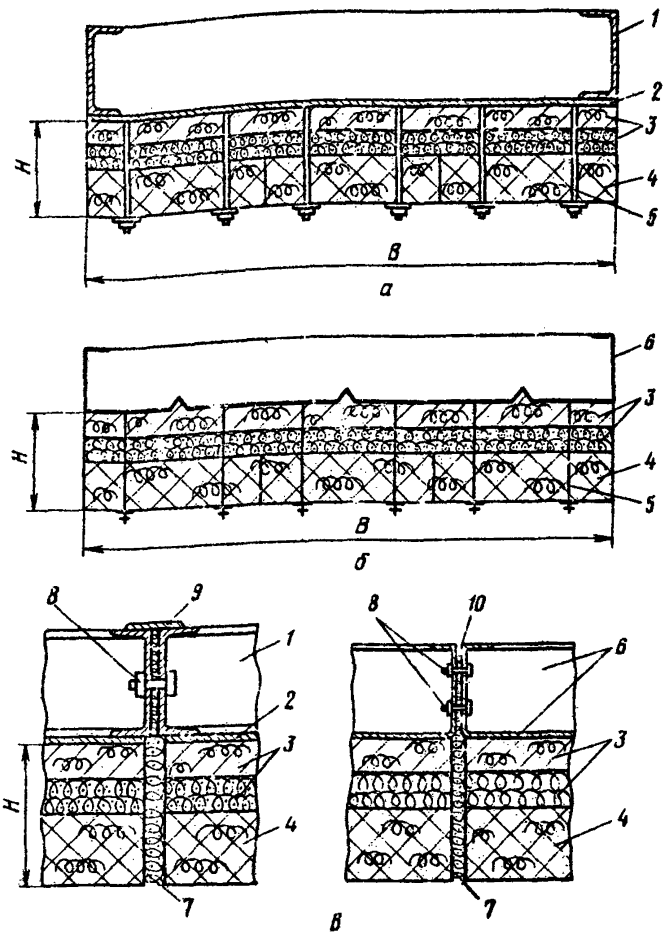

Рис.I6. Конструктивные решения панелей промышленных печей с футеровкой из огнеупорных волокнистых материалов; а - сварная панель; б - штампованная панель; в - узлы стыковки панелей; I - обвязка панели; 2 - лист; 3 - изоляционный слой; 4 - рабочий слой; 5 - анкер · 6 - металлоконструкция штампованной панели; 7 - прокладка из огнеупорного войлока; 8 - монтажный болт; 9 - соединительная и уплотняющая накладка; I0 - прокладка из асбокартона, смоченного в жидком стекле

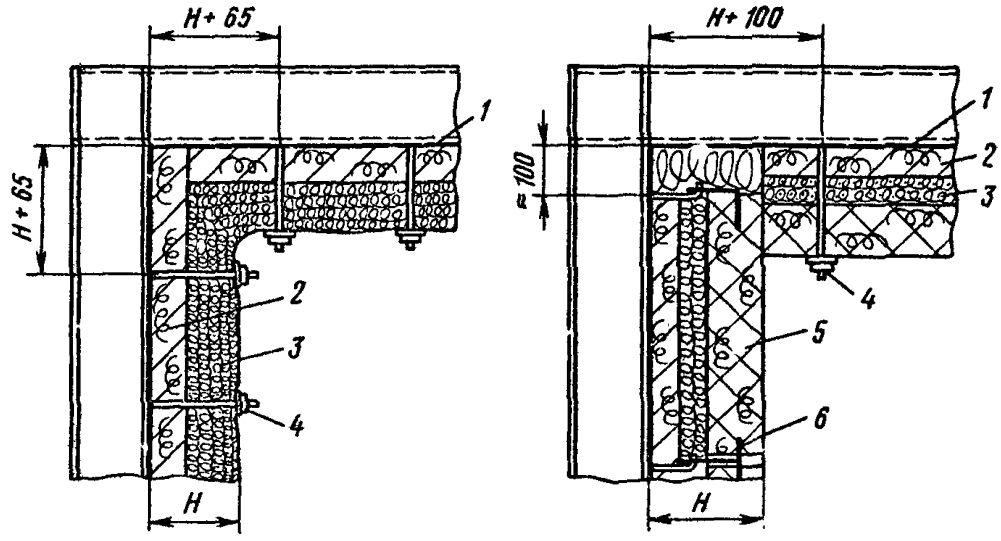

Рис.17. Конструкция узлов сопряжений футеровок стен и сводов печей из огнеупорных волокнистых материалов при наличии готового кожуха печи: 1 - кожух печи; 2 - минераловатная плита; 3 - огнеупорный войлок; 4 - штырь; 5 - плита ШВП-350; 6 - анкер скрытого типа

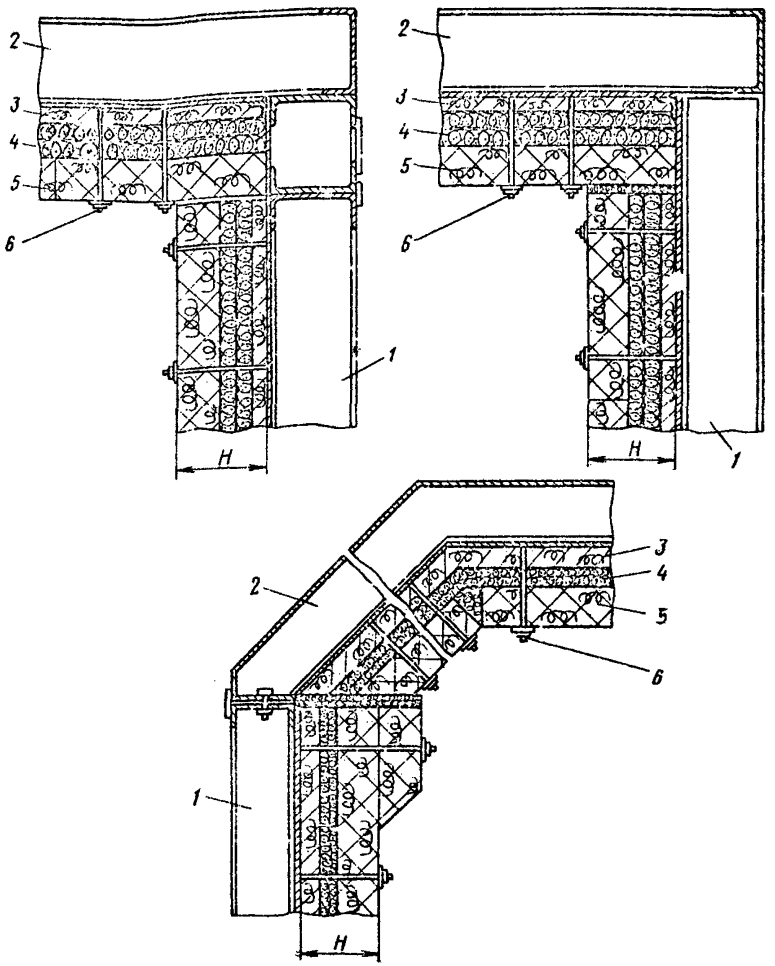

Рис.I8. Конструкция узлов сопряжений футеровок стен и сводов печей из огнеупорных волокнистых материалов при монтаже печи из сборных элементов: I - металлоконструкция панели стены; 2 - металлоконструкция панели свода; 3 - минераловатная плита; 4 - огнеупорный войлок; 5 - плита ШВП-350; 6 - штырь

5.IO. При конструировании панелей следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие сохранность футерованных панелей в

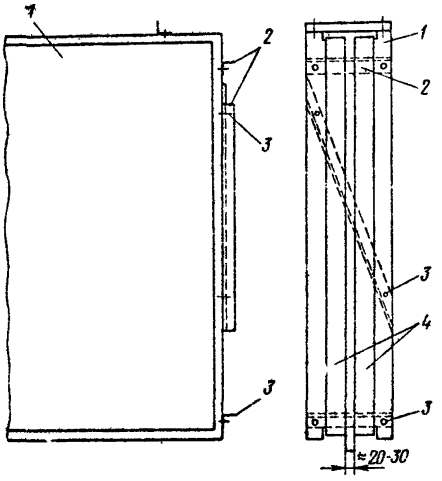

Рис.I9. Пример организации транспортирования панельных конструкций печей: I - металлоконструкция панели; 2 - монтажный элемент, устанавливаемый на период монтажа; 3 - монтажный болт; 4 - футеровка панели

период транспортирования и защиту их от увлажнения. Пример объединения панелей в транспортный пакет приведен на рис.I9.

Приложение I

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наименование теплового агрегата	Элемент печи	Элемент футеровки	Материал
1	2	3	4
	Черная металлургия		
Обжиговые машины	Все газопроводы	Изоляционные слои	Плиты МКРП-340
Воздухонагреватели доменных печей	Купол и стены	То же	То же
Методические печи для нагрева металла перед прокаткой	Стены и свод	"	Плиты МВП-350
Газовые печи для термообработки металла:			
одностопные колпаковые печи для отжига рулона	То же	Рабочий слой	Огнеупорный войлок МКРВ-200 или плиты МВП-350
трехстопные колпаковые печи для отжига рулона	"	То же	То же
прямоугольные колпаковые печи для проката	"	"	"
печи с выкатным подами	"	"	Плиты МВП-350
печи с внешней механизацией	"	То же	То же
проходные печи	"	"	"
Котлы-утилизаторы	Высокотемпературные зоны	Изоляционные слои	Плиты МКРП-340
	Машиностроение		
Газовые печи для термообработки изделий:			
печи с выкатными подами	Стены и свод	Рабочий слой	Плиты МВП-350
колпаковые печи	То же	То же	Огнеупорный войлок МКРВ-200 или плиты МВП-350

Продолжение приложения I

I	2	3	4
печи с внешней механизацией	"	"	То же
проходные печи	"	"	"
ямные печи	Стены и съемный свод	"	"
Электропечи сопротивления для термообработки изделий:			
печи (типа СДО) с выкатными подами с расположением электронагревателей на стенах и своде	Стены и свод	"	Плиты ШВП-350
шахтные печи (типа СШО) с расположением нагревателей на стенах	Стены и съемная крышка	"	То же
Нагревательные печи	Стены и свод	Изоляционные слои	Плиты ШВП-350 или огнеупорный войлок МКРВ-200
	Нефтеперерабатывающая промышленность		
Трубчатые подогреватели различного назначения	Стены и свод радиантных камер	Рабочий слой	Огнеупорный войлок МКРВ-200 или плиты ШВП-350
	Промышленность строительных материалов		
Туннельные печи для обжига кирпича, керамических дренажных труб и др.	Свод в зоне обжига	То же	Плиты ШВП-350
Конвейерные печи для обжига эмалированных изделий	Стены и свод в зоне обжига	"	То же
	Энергетика		
Паровые котлы средней производительности типа ДКВР	Стены и свод	Рабочий слой	Плиты ШВП-350 или огнеупорный войлок МКРВ-200
Водогрейные котлы средней производительности	То же	"	То же

Приложение 2

ПЕРЕЧЕНЬ
огнеупорных волокнистых материалов, выпуск которых намечен на ближайшие годы

Наименование материала	Температура применения, °С
Муллитокремнеземистый хромсодержащий рулонный материал (МКРРХ-150 по ГОСТ 23619 - 79)	1300
Муллитокремнеземистая бумага (МКРБ-500 по ГОСТ 23619 - 79)	1150
Муллитокремнеземистый картон (МКРК-500 по ГОСТ 23619 - 79)	1150
Муллитокремнеземистый хромсодержащий войлок (МКРВХ-250 по ГОСТ 23619 - 79)	1300
Муллитокремнеземистый огнеупорный теплоизоляционный фетр по Ту 14-203-55 - 81	1150

Приложение 3

СОСТАВ ОГНЕУПОРНОЙ МАССЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЗАПОЛНЕНИЯ УГЛУБЛЕНИЙ В ПЛИТАХ ШВП-350

I. Настоящая технология применяется при заполнении углублений в плитах ШВП-350, используемых в наружном (рабочем) слое футеровок печей, которые работают при температуре до 1000°С, с целью защиты металлических анкеров от возможного соприкосновения с электронагревателями (в электропечах) и частичной защиты их от коррозии.

2. Углубления в плитах ШВП-350 должны иметь размеры не более 100х100 мм и глубину не более 60 мм. Для обеспечения заанкеривания огнеупорной массы углублениям плит целесообразно придавать конусообразную, сужающуюся к наружной (нагреваемой) поверхности, форму.

3. Заполнять углубления в плитах ШВП-350 рекомендуется огнеупорной массой на основе муллитокремнеземистой ваты и глиняного шликера из огнеупорной глины и жидкого стекла.

4. Для приготовления глиняного шликера 3,5 кг сухой молотой огнеупорной глины марок Ч-I или Ч-II Часов-Ярского месторождения (ТУ I4-8-I62 - 75) необходимо залить I0 литрами воды на 3 - 4 часа, периодически перемешивая массу.

5. Для приготовления смеси глиняного шликера и жидкого стекла следует смешать 6 л шликера с 5 л жидкого стекла (по ГОСТ I307 - 67) плотностью I,45 г/см^3.

6. Для приготовления огнеупорной смеси необходимо тщательно перемешать I кг распушенной муллитокремнеземистой ваты со смесью шликера и жидкого стекла. Для заполнения углубления следует взять необходимое количество огнеупорной массы и, слегка отжав воду до получения тестообразной консистенции, плотно набить массой углубление. Неровную поверхность в пределах углублений сверху необходимо затереть мастерком. Не следует допускать попадания массы на открытую поверхность плит.

gost.e-ecolog.ru